

УДК 681.723.2

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ІНВЕРТОВАНОГО МІКРОСКОПА НА БАЗІ МІКРОСКОПА БІОЛОГІЧНОГО

*Соловйов Г.Я., Гордієнко В.І., Мазурін І.В., Власюк В.В., Науково – виробничий комплекс
«Фотоприлад», м. Черкаси, Україна*

В роботі описано засіб виготовлення інвертованого мікроскопу шляхом доробки мікроскопу біологічного. Описано інвертований мікроскоп, створений на базі мікроскопу МБР-3. Наведено методику розрахунку основних оптичних характеристик інвертованого мікроскопу, виконано розрахунки для широко розповсюджених об'єктів і окулярів

Вступ. Постановка завдання

У низці досліджень у вірусології, онкології, експериментальній гістології при вивченні культур тканини, гемокультур і інших аналогічних об'єктів, що знаходяться в живильному середовищі, використовуються методи візуального спостереження через інвертовані мікроскопи, які відрізняються від звичайних біологічних тим, що в них об'єкт розташований над об'єктивом, а спостереження ведеться в напрямку знизу – нагору.

У колишньому СРСР серійно виготовлялися декілька моделей інвертованих мікроскопів (МБИ-12, МБИ-13, МБИ-14 [1, 2]), проте їх знято з виробництва. У Росії наразі випускається інвертований мікроскоп «Биолам-П» з рядом модифікацій (ЛОМО, Санкт-Петербург) [3].

В Україні подібні прилади не виготовляються. Тому для практичних потреб медичних лабораторій може становити інтерес створення інвертованого мікроскопа простим і недорогим засобом на базі будь-якого з біологічних дослідницьких мікроскопів типу МБР-1, МБР-3, МБИ-3, мікроскопів серії «Биолам» і аналогічних.

Опис інвертованого мікроскопа

Інвертований мікроскоп було виготовлено нами на базі мікроскопу МБР-3 з бінокулярною насадкою АУ-12. Його загальний вид подано на рис. 1.

Об'єктивна частина серійного мікроскопа разом з кронштейном для його закріплення перевертається на 180° і розміщується під предметним столиком, який також розвертається на 180° . Кронштейн біологічного мікроскопу з об'єктивною частиною закріплюється на новому вузлі – основі з кронштейном, який повинен бути достатньо масивним для забезпечення усталеності приладу на робочому столі.

Крім того, для зручності в роботі висота положення вихідних зіниць мікроскопа щодо столу повинна бути на рівні 250 – 300 мм, що забезпечується вибором висоти кронштейну з урахуванням кута нахилу осі окулярної частини (нами було обрано кут 45°).

Між об'єктивною і окулярною частинами мікроскопа розміщується ще один новий вузол – корпус із дзеркалом. Посадкові місця корпусу дозволяють з

однієї сторони закріпити його на штатному фланці об'єктивної частини, а з іншого боку установити на ньому окулярну частину мікроскопа МБР-3 – біноккулярну насадку АУ-12 або монокулярну насадку.

Конденсор і дзеркало освітлювача переставляються на верхню частину штатного корпусу МБР-3 з частковими доробками останнього, забезпечуючи можливість підсвічування досліджуваного об'єкту зверху униз.



Рисунок 1 – Загальний вид інвертованого мікроскопу на основі мікроскопу МБР-3

Відзначимо, що введення між об'єктивною й окулярною частинами дзеркала збільшує відстань між об'єктивом і окуляром, що веде до зміни оптичних характеристик мікроскопу.

Методика розрахунку характеристик інвертованого мікроскопу

Наведемо просту методику практичного розрахунку оптичних характеристик інвертованого мікроскопу з використанням даних з

паспортів на вузли мікроскопу або з довідників.

Збільшення мікроскопа Γ можна визначити формулою [4, 5]:

$$\Gamma = \beta_{OB} \times \beta_{AV} \times \Gamma_{OK}, \quad (1)$$

де β_{OB} ; β_{OK} – збільшення об'єктива і окуляра відповідно;

β_{AV} – збільшення біноккулярної насадки, яке дорівнює 1,5^x; при використанні монокулярного тубуса ця величина дорівнює 1.

Умови роботи біноклярної насадки і окулярів в інвертованому мікроскопі не змінюються.

Збільшення об'єктива в інвертованому мікроскопі β_{OB}^H знайдемо, враховуючи, що при зростанні відстані між об'єктивом і окуляром на величину δ оптична довжина тубуса мікроскопа Δ також збільшиться на цю ж величину. Можна легко одержати формулу:

$$\beta_{OB}^H = \frac{\Delta + \delta}{f'_{OB}} = \beta_{OB}^O + \frac{\delta}{f'_{OB}}, \quad (2)$$

де β_{OB}^O – збільшення об'єктива в звичайному мікроскопі.

Збільшення інвертованого мікроскопа Γ_{II} визначається формулою:

$$\Gamma_{II} = \beta_{OB}^{II} \times \beta_{AV} \times \Gamma_{OK} = \left(\beta_{OB}^O + \frac{\delta}{f'_{OB}} \right) \times \beta_{AV} \times \Gamma_{OK} = \Gamma_O + \frac{\delta}{f'_{OB}} \times \beta_{AV} \times \Gamma_{OK} \quad (3)$$

де Γ_O – збільшення звичайного мікроскопа.

Діаметр лінійного поля зору інвертованого мікроскопа D_{II} можна розрахувати по формулі:

$$D_{II} = \frac{D_{OK}}{\beta_{OB}^{II}}, \quad (4)$$

де D_{OK} – діаметр лінійного поля зору окуляра.

Важливою характеристикою є робочий відрізок мікроскопа (об'єктива), який накладає обмеження на використання об'єктивів із великим збільшенням.

Здебільшого спостереження в інвертований мікроскоп ведеться через дно пластмасової планшети з комірками, у яких знаходяться досліджувані об'єкти. Показник переломлення пластмас, з яких виготовляються планшети, змінюється в межах від 1,48 – 1,49 (поліметилметакрилат) до 1,59 (полістирол), тому при товщині дна планшети 1 – 1,75 мм приведена до повітря його оптична товщина складе не менше 0,63 – 1,1 мм. Цими величинами й обмежується робочий відрізок, і, відповідно, можливості використання об'єктивів.

Робочий відрізок для інвертованого мікроскопа S_p^{II} визначимо формулою:

$$S_p^{II} = S_p^O - f'_{OB} \times \frac{\delta}{\Delta \times (\Delta + \delta)}. \quad (5)$$

Для розрахунків по формулах (3), (4), (5) величина δ визначається конструктивно при доробленні біологічного мікроскопа, інші величини наводяться в паспорті на мікроскоп (об'єктиви) або в довідковій літературі [1, 2, 3, 4, 5].

Характеристики інвертованих мікроскопів

Результати розрахунків основних характеристик інвертованого мікроскопа з використанням найбільше поширених об'єктивів і окулярів для оптичної довжини тубуса, збільшеної на 77 мм (відповідно до наших конструктивних проробок), наведено в таблицях 1, 2, 3.

З результатів очевидно, що зменшення робочого відрізка обраних об'єктивів не є критичним для використання в інвертованому мікроскопі. Зміна збільшення більш суттєва.

У таблиці 3 наведено результати розрахунків збільшення інвертованого мікроскопа з монокулярним тубусом і з бінокулярною насадкою зі збільшенням $1,5^{\times}$ (типу АУ-12).

Величини в таблицях 2, 3 можуть служити для оцінки характеристик інвертованих мікроскопів, які можна виготовити на базі біологічних мікроскопів з зазначеними в таблицях об'єктивами й окулярами.

Таблиця 1 - Характеристики інвертованого мікроскопу на основі МБР-3

Характеристика	Тип об'єктиву / його штатне збільшення	Монокулярний тубус				Бінокулярна насадка зі збільшенням 1,5 (АУ-12)			
		Збільшення окулярів				Збільшення окулярів			
		4	7	10	15	4	7	10	15
Збільшення	ОМ-3 / 3,5	25	45	60	90	35	65	90	140
Поле зору, мм		3,8	2,95	2,1	1,8	2,5	2,0	1,4	1,2
Збільшення	ОМ-2 / 9,0	55	100	140	210	80	150	210	310
Поле зору, мм		1,65	1,25	0,9	0,75	1,1	0,8	0,6	0,5

Таблиця 2 - Робочі відрізки і збільшення об'єктивів в інвертованому мікроскопі

Тип об'єк- тива	Фокус- на відстань f', мм	Звичайний біологічний мікроскоп			Інвертований мікроскоп		
		Збіль- шення	Робочий відрізок, мм	Розрахун- кова оптич- на довжина тубуса, мм	Збіль- шення	Робочий відрізок, мм	Розрахун- кова оптич- на довжина тубуса, мм
АХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ							
ОМ-12	33,10	3,7	27,20	122,47	6,0	23,75	199,47
М-42	18,14	8,0	8,57	145,12	12,2	7,78	222,12
ОМ-27	8,40	20,0	1,70	168,00	29,2	1,57	245,00
ОМ-23	4,32	40,0	1,80	172,80	57,8	1,77	249,80
АПОХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ							
ОМ-3	29,92	3,5	23,40	104,72	6,1	19,78	181,72
ОМ-2	15,50	9,0	13,50	139,50	14,0	12,89	216,50
ОПХ- 10	16,50	10,0	8,20	165,00	14,7	7,68	242,00
ПЛАНАХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ							
ОМ-18	15,10	10,0	4,80	151,00	15,1	4,29	228,00
ПЛАНПОАХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ							
ОПА-1	15,80	10,0	5,20	158,00	14,9	4,68	235,00

В мікроскопі, створеному на базі мікроскопу МБР-3, при роботі з бінокулярною насадкою АУ-12, що входить до комплекту, забезпечуються збільшення від 80^{\times} до 300^{\times} з об'єктивом ОМ-2 (9 x 0,2).

Можливе розширення діапазону у бік малих збільшень (до 25^{\times}) при доукомплектуванні мікроскопу об'єктивом із збільшенням $3,5^{\times}$ або $3,7^{\times}$ (ОМ-3 або ОМ-12) і використанні монокулярного тубусу. Для порівняння зазначимо, що діапазон збільшень інвертованого мікроскопу «Биолам-П» складає від 24^{\times} до 225^{\times} [3].

Роботи на інвертованому мікроскопі, виготовленому на базі МБР-3, які було проведено у вірусологічній лабораторії Черкаської обласної санітарно-епідеміологічної станції показали, що його характеристики відповідають розрахунковим і цілком задовільні для вирішення практичних задач.

Таблиця 3 - Збільшення інвертованого мікроскопа

Тип об'єк- тива	Штатне збільшення об'єктива	Монокулярний тубус				Бінокулярна насадка із збільшенням 1,5			
		Збільшення окулярів				Збільшення окулярів			
		4	7	10	15	4	7	10	15
АХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ									
ОМ-12	3,7	25	40	60	90	35	65	90	135
М-42	8,0	50	85	120	180	73	130	180	275
ОМ-27	20,0	120	200	290	440	175	300	440	650
ОМ-23	40,0	230	400	580	870	347	600	870	1300
АПОХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ									
ОМ-3	3,5	25	40	60	90	35	65	90	135
ОМ-2	9,0	55	100	140	210	80	150	210	310
ОПХ-10	10,0	60	105	150	220	90	160	220	330
ПЛАНАХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ									
ОМ-18	10,0	60	105	150	220	90	160	220	330
ПЛАНАОХРОМАТИЧНІ ОБ'ЄКТИВИ									
ОПА-1	10,0	60	105	150	220	90	160	220	330

Висновки.

1. Розроблено конструктивний підхід до виготовлення інвертованих мікроскопів шляхом доробки звичайних біологічних мікроскопів, а також практичну методику розрахунку основних характеристик інвертованих мікроскопів.

2. Виконано розрахунки основних оптичних характеристик інвертованих мікроскопів: збільшення, поле зору, робочий відрізок.

3. Виконано практичну доробку мікроскопа МБР-3 до інвертованого.

4. Експериментальні роботи на інвертованому мікроскопі показали, що його характеристики відповідають розрахованим і цілком можуть задовольняти вирішенню практичних задач, що є предметом подальших досліджень.

Література

1. Каталог. Оптические приборы. Т.1. Микроскопы. –М.:Машиностроение, 1968.
2. Каталог – справочник, Оптические приборы. В 4 т. –М.: Дом оптики, 1979. -Т.4, Микроскопы.
3. Каталог – 99, Световые микроскопы. –М.: ЗАО «Оптопром – НТЦ», 1999.
4. Панов В.А., Андреев Л.Н. Оптика микроскопов. –Л.: Машиностроение, 1976. –272 с.
5. Скворцов Г.Е, Панов В.А., Поляков Н.И., Федин Л.А, Микроскопы. –Л.: Машиностроение, 1969.

<p>Соловйов Г.Я., Гордієнко В.І., Мазурін І.В., Власюк В.В. Пути создания инвертированного микроскопа на базе микроскопа биологического</p> <p>В работе описан способ изготовления инвертированного микроскопа путем доработки микроскопа биологического. Описан инвертированный микроскоп, созданный на базе микроскопа МБР-3. Приведена методика расчета основных оптических характеристик инвертированного микроскопа, выполнены расчеты для наиболее широко распространенных объективов и окуляров.</p>	<p>Solovjov G.Y., Gordienko V.G., Mazurin I.V., Vlasouk V.V. The manufacturing of the inverted microscope on the basis of biological microscope</p> <p>In this work the manufacturing of the inverted microscope by the way of revision of biological microscope is described. There is described the inverted microscope manufactured on the basis of MBR-3 microscope. It contains calculations methods of the main optical specifications of the inverted microscope and the results of calculations for the most spread objectives lenses and eyepieces.</p>
--	---

Надійшло до редакції
29 квітня 2004 року

УДК [539.1.074:546.47'23'36'15]:616-073.7

ВОЗМОЖНОСТИ ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПАРЫ «СЦИНТИЛЛЯТОР-ФОТОДИОД» В ЦИФРОВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОГРАФИИ

*Рыжиков В.Д., Ополонин А.Д., Козин Д.Н., Лисецкая Е.К., Даниленко В.Л.
Научно-технологический центр радиационного приборостроения, НТК "Институт
монокристаллов" НАН Украины, г. Харьков, Украина*

Проанализированы отношения сигналов высокоэнергетического (ВД) и низкоэнергетического детекторов (НД) при наличии веществ различной толщины и химического состава для определения эффективного атомного номера, что позволяет оценить возможности двухэнергетического метода в цифровой медицинской радиографии

Введение. Постановка задачи

Задачей по развитию цифровой медицинской радиографии является максимальное использование ее преимуществ перед обычным рентгенологическим исследованием, а именно: в хорошем пространственном разрешении, разрешении контраста и точности измерения до нескольких тысяч при малой разнице в плотностях костной, мозговой и мягких тканей.

Большинство существующих вычислительных томографов для медицинских целей имеют сходные основные параметры, а именно[1, 2]:

- порог различения вариаций по плотности объекта порядка 0,5%,
- предел пространственного разрешения 1-2мм.

Эти параметры определяются статистикой квантов излучения, и единственный способ их значительного улучшения заключается в увеличении дозы рентгеновского облучения до неприемлемых уровней.